

PROCESOS DE PENSAMIENTO EN EL HOMBRE Y LA MÁQUINA: ANALOGÍAS, DIFERENCIAS Y POSIBILIDADES

M. Victoria Secall de Fermentino

A la cuestión de que es el pensamiento se ha respondido generalmente con la descripción de los mecanismos que se desencadenan cuando se piensa.

Luria destaca como sistemáticamente se han venido enfrentando los conceptos de cerebro y pensamiento. Afirmándose, tanto desde un punto de vista filosófico como psicológico e incluso neurológico (Goldstein), que éste es irreductible a procesos materiales, o bien en contrapartida, se ha minimizado su importancia, o, como en el caso del behaviorismo, se ha ignorado su existencia.

La psicología ha sabido mantenerse en un campo que cabalga entre lo especulativo y lo descriptivo (Asociacionismo, Psicología de la forma, Escuela de Wurzburg, Teoría del Tanteo) y cuyas aportaciones más interesantes han sido la Teoría Operatoria de Piaget y los trabajos de Vygotsky y seguidores, que dieron un papel protagonista al lenguaje, como instrumento fundamental del pensamiento.

El acercamiento más acertado sería intentar un análisis del pensamiento como una forma de actividad, buscando a su vez su relación con el cerebro ¹.

La mayoría de modelos de pensamiento, descritos por la Psicología, no ponen de manifiesto la esencia del proceso presente, sino ciertos mecanismos que intervienen. Asimismo la Lógica se ocupa sólo de ciertas estructuras válidas, siendo que los procesos creadores, la investigación misma, se desenvuelve en medio de la equivocidad.

1. Véase la obra de A.R. Luria "El cerebro en acción". Ed. Fontanella. Barcelona 1974.

La pregunta ¿qué significa pensar? es unívoca en su formulación (Sontag y Tesoro 1972) y equívoca en cuanto a las distintas actividades que se engloban bajo el nombre de pensar. La pregunta podría formularse en términos de ¿qué es lo que dirige y determina el proceso de pensamiento?. Todo ello debe ser independiente de que quién piense sea un hombre y tenga consciencia de ello o una máquina.

Detrás de las enconadas diferencias o semejanzas de adeptos y contrarios al mecanicismo pueden encontrar entre máquinas y hombres, se esconde la cuestión fundamental de cuales son las condiciones que hacen posible un proceso intelectual explícito o implícito.

En este sentido puede interesarnos en gran medida la máquina cibernética como un modelo, como una simplificación del sistema de procesos de pensamiento en el hombre.

La reflexión previa a la construcción de un modelo de simulación parte de un enfoque interdisciplinario y plurimetodológico en el que tienen cabida tanto la propia introspección como la más elevada matemática.

Newell y Simon (1961) elaboraron modelos de simulación de procesos cognoscitivos, junto a Shaw construyeron el "*General Problem Solver*" (1959). Por su parte, N.M. Asomov (1967) ideó un modelo psicocibernético del comportamiento inteligente, destacando cinco tipos de programas como determinantes del comportamiento humano (de sensaciones físicas, de reconocimiento de cualidades, de salida de energía e información, sistema de consciencia, y de creatividad). Otro intento sería el modelo de personalidad neurótica de Golby o el "*Aldous*" de Loehlin, que posee capacidad de introspección y aprendizaje y tres reacciones emotivas (temor, cólera y atracción). Al parecer pueden experimentar sentimientos de fracaso y satisfacción.

Los modelos de inteligencia están basados técnicamente en la computadora digital ², la cual se compone de una unidad de control, que extrae las instrucciones e información auxiliar y ordena su ejecución a las restantes unidades; una memoria; y unidades de ejecución (de entrada, de salida y aritmético—lógicas).

En todo proceso de simulación hace falta previamente definir exactamente el comportamiento que se desea simular, decidir la objetivación del modelo, el tipo de simulación y su nivel descriptivo—explicativo.

Los modelos que nos vienen de la neurología generalmente consideran la abstracción como fundamental en el pensamiento y han intentado hallar su correlato cerebral.

Luria, tras laboriosas investigaciones en las que se ocupa del pensamiento práctico—constructivo y del lógico—verbal propugna un punto de vista mucho más amplio, en el que distintas zonas cerebrales son responsables de distintos componentes individuales de los procesos de pensamiento y por tanto a la destrucción de aquellas corresponden otras tantas perturbaciones en la conducta del sujeto pensante. Según estos trabajos pueden darse como válidas las siguientes etapas del proceso intelectual:

—Aparición, que se da cuando la solución de una tarea no está previamente constitui-

2. "Una computadora digital es un dispositivo capaz de ejecutar cualquier proceso definible, mediante una secuencia precisa de instrucciones básicas (programa) utilizando si es necesario, cierta información adicional de entrada y produciendo una salida adecuada" En Sontag y Tesoro. Temas de inteligencia artificial. Prolam S.R.L. Buenos Aires 1972, pág. 22.

da ni de forma innata ni de forma habitual.

—Análisis de las condiciones del problema.

—Selección de alternativas.

—Elaboración de un plan o estrategia.

—Elección de métodos y operaciones para llegar a la solución, en cuya elección se recurren frecuentemente a algoritmos elaborados bien lingüísticos, lógicos o matemáticos.

—Fase operativa, de aplicación de los operadores.

—Obtención de la solución o respuesta.

—Estadio aceptante de la acción en el que se comparen los resultados con las condiciones.

Para W. Sluckin toda conducta de resolución de problemas puede explicarse en términos de realimentación, y no sólo la conducta exterior o explícita sino también los procesos de pensamiento o conducta interiorizada, implícita. Pensar sería *“una implícita resolución de problemas... esencialmente por ensayos y errores”*.³

En un sistema mecánico de realimentación negativa la acción disminuye cuando el resultado se aproxima al nivel de equilibrio del sistema, es decir, cuando disminuye la magnitud de error y ello automáticamente. En el ser vivo no sólo la homeostasis representa el nivel de equilibrio sino que podemos hablar de procesos similares para la búsqueda de un objetivo, el cual puede ser entendido como el estado de equilibrio deseable. A lo largo de la búsqueda, efectivamente, encontramos una continua realimentación de información acerca de los resultados de la actividad. Ahora bien, entender el pensamiento como un circuito retroactivo no añade nada fundamental a la cuestión de qué sea éste, aunque esta posición pueda resultar positiva a nivel de experimentación.

Podemos optar por entender como Sluckin, el pensamiento como una resolución implícita de problemas y considerar que una resolución exteriorizada y un proceso reflexivo son sólo distintos en cuanto al grado de exteriorización. Pero ésto se presta a notables confusiones y reducciones: ¿Piensa la rata cuando resuelve un problema de laberinto? ¿Y en igual medida, lo hace la rata mecánica? ⁴ ¿Hay sólo una diferencia de grado entre esta conducta y la implícita en el pensamiento reflexivo del hombre?.

En realidad ocurre que el acceso a la observación directa experimental del pensamiento es muy difícil, por lo que, o muchas veces se abandona, o se hacen lamentables simplificaciones. Las experiencias de Puskhin ⁵ son un importante intento de objetivar los procesos del pensamiento con una metodología rigurosa. Pero aún con este interesante avance queda mucho por hacer, porque o damos un sentido muy restringido a la palabra pensar o la resolución de problemas no es la única actividad del pensamiento.

La aparición de la Cibernética viene a dar un nuevo auge a las investigaciones sobre el pensamiento, reavivando la antigua cuestión de cual sea el proceso pensante y sus rasgos distintivos fundamentales. Pero a pesar de todo nos encontramos con notables res-

3. W. Sluckin. La Cibernética (cerebros y máquinas). Ed. Nueva Visión. Buenos Aires 1971, pág. 29.

4. Me refiero a los mecanismos descritos por Ross (1938), Wallace (1951), Shanon (1951), Howard (1950) y Deustsch (1954).

5. Ver N. Pushkin. Psicología y Cibernética. Ed. Planeta. Barcelona 1974.

tricciones. En efecto, para un sistema cibernético es necesario una finalidad que el sistema debe alcanzar y un algoritmo de control, es decir un conjunto de instrucciones que permitan la obtención de la solución, a partir de los datos de entrada y en un número finito de pasos. El algoritmo es la base para la creación de programas. Y cualquier actividad del hombre por compleja que parezca si puede descomponerse en operadores y condiciones lógicas, es decir si obtenemos su algoritmo, podrá reproducirse con una máquina. Pero nos encontramos en una no muy favorable situación si convenimos con Puskhin en que *"toda forma que se pueda representar por el esquema lógico de algoritmo carece psicológicamente de sentido. Se trata por regla general de automatismo, de secuencias fijadas, de operaciones aprendidas"*.⁶ Ya en matemáticas se plantea el problema de la irresolubilidad algorítmica. Para ciertos problemas no se pueden obtener algoritmos, ello no significa que una clase de problemas no tenga solución sino que hay que resolverlos por partes. Este tipo de problemas son los más interesantes para la Psicología. Para resolver problemas algorítmicamente no se necesita inteligencia, los insectos son seres algorítmicos clásicos como dice el propio Puskhin.

En realidad la simulación de los procesos intelectuales a través del computador está solo en sus comienzos, a pesar de algunas opiniones pesimistas, no se puede aventurar que sea una tarea imposible aunque tampoco lo contrario.

Lo que se ha conseguido hasta ahora con las computadoras es sólo una mejora de los instrumentos de cálculo (resolver sistemas de gran número de ecuaciones simultáneas, etc...). *"Pueden considerarse, estrictamente hablando, más bien como herramientas que realizan instrucciones programadas, que como una fuente de potencial cerebral de la que se deriva inteligencia y razonamiento"*.⁷ Pero, aún así, podemos reconocer en ellas una serie de procesos similares a los que nosotros hacemos cuando pensamos.

A partir de las corrientes vitalistas (McDougall, Dilthey) que se oponían, como es sabido a la concepción mecanicista del ser vivo, se ha hecho incapié en el carácter intencional, dirigido por un objetivo, y en la capacidad de aprender de los seres vivos frente a la materia inanimada. Ahora bien, también las máquinas cibernéticas pueden estar dirigidas por un objetivo y aprender. El homeostato de Ashby es una buena muestra.

Es evidente que no se trata de que no sea posible diferenciar entre organismos y máquinas sino simplemente que no es la propiedad de buscar objetivos ni siquiera la de aprender la que los diferencian, ambos pueden ser explicados en términos de realimentación.

Por otra parte, es justo decir que, cuando McDougall daba los rasgos distintivos de la vida frente a la no vida, lo hacía pensando en la naturaleza inanimada en general, no en particular en las máquinas creadas por el hombre.

Respecto a los procesos del pensamiento las operaciones más sencillas son las lógico--matemáticas del razonamiento deductivo. Las máquinas imitan perfectamente estos procesos, y tanto para las operaciones de la Lógica formal como para las matemáticas, utilizan los mismos medios mecánicos y eléctricos. Pero la máquina, incluso en estas tareas

6. V.N. Pushkin. Ibid. Pág. 30.

7. Jagjit Singh. Teoría de la información, del lenguaje y de la cibernética. Alianza Ed. Madrid 1972. Pág. 223.

más propiamente intelectuales, parece obrar como la rata mecánica. En realidad el razonamiento es un proceso mecánico. Quizás haya que buscar otros distintivos más genuinamente humanos.

De todos modos, como sugiere Sluckin, es absurdo plantear la cuestión en forma de debate de si las máquinas piensan o si lo hacen en el mismo sentido que el hombre. De momento lo que podemos concederles es que piensan en el sentido de que elaboran y resuelven problemas, enuncian conclusiones, y ello de forma implícita.

Otro enfoque de la cuestión sería aceptar que las máquinas son capaces de aprender, automodificarse, e incluso de sentir en cierta medida, pero no piensan propiamente porque les ha sido inyectado un programa, las reglas del juego, y no son capaces de obrar por sí mismas. Pero, como sugieren Sontag y Tesoro, nosotros, al nacer, nos encontramos igual.

Lo mejor que podría ocurrirnos es que llegásemos a conseguir una máquina que reprodujera exactamente todas las funciones psíquicas del hombre. Ello querría decir, ni más ni menos, que somos capaces de explicar nuestras funciones a través de un modelo.

No hay que abordar el problema en el sentido de que las máquinas sean capaces de tal o cual peculiaridad humana sino en el sentido de nuestro conocimiento o desconocimiento de estos procesos. La máquina no puede ser entendida como un virtual competidor sino como un útil de trabajo, en dos sentidos, como amplificador de nuestra inteligencia y como modelo explicativo de la misma.

Sin embargo, la cuestión de si piensan o no las máquinas se encuentra en la mayoría de la literatura dedicada al tema. Y podemos concluir que desde un punto de vista estrictamente conductista las máquinas pueden pensar. Recordemos el criterio que defendía Turing, sugiriendo el juego de la adivinación como test probatorio de si piensa o no una máquina.

Pero *“una definición más fundamental —según Mc. Carthy y Shannon, criticando al punto de vista de Turing —debe contener algo que se refiera a la forma en que la máquina alcanza la respuesta, algo que corresponda a la diferencia que existe entre la persona que resuelve el problema mediante razonamiento y la persona que de antemano se aprende la respuesta de memoria”*.⁸ Ese es el mismo criterio que adopta Jagjit Singh casi con las mismas palabras: *“...llamamos entendimiento a la cualidad que muestra la persona que resuelve un problema pensando sobre él y que falta en otra que sabe la contestación de memoria”*.⁹

Abundando en este criterio, debemos decir que, en la actualidad las computadoras no pueden pensar en abstracto, ni por tanto desarrollar la información que se les proporciona. Muestran una incapacidad de discriminar entre lo abstracto y lo físico asociado a ello (impulsos, perforaciones, ...). Necesitan del hombre para dar vida a su pensamiento. Las computadoras no necesitan saber lo que son los números sino sólo como trabajar con ellos de acuerdo con ciertas reglas, calculan sin ser conscientes de lo que hacen. Según P. Bertraux la consciencia es un componente indispensable del pensamiento.

La máquina lectora de Mc. Culloch y Pitts, que reconoce constancias en símbolos,

8. V.N. Pushkin. Op. cit., citando a Mc. Carthy y Shannon. Pág. 56.

9. J. Singh. Op. cit. pag. 202.

lo hace a través de un proceso que podríamos llamar lenguaje secundario de la lógica y la matemática, calculando la invariable de las transformaciones, y no a través de un lenguaje lógico-matemático sencillo y primario, como le llama V. Neumann, que es el utilizado por el sistema nervioso central.

En la base de los fenómenos de la vida encontramos un principio fundamental: *"la información codificada en el interior de las enzimas... proporciona la capacidad de reproducirse permitiéndoles seleccionar las estructuras útiles a sus fines de entre las miles que se producen al azar en su medio"*.¹⁰ Lo mismo se puede decir de las conductas que llamamos inteligentes, que en último extremo vendrían dadas por la capacidad de reconocimiento y clasificación de estructuras útiles a un objetivo.

En realidad el tratamiento de la información por parte del sistema nervioso central humano sigue el principio de selección, lo que se llama función selectiva de optimización. En efecto, llega hasta nosotros una información equivalente a 10^9 bits cada segundo. El ser humano responde, como máximo, con 10^7 bits por segundo. No podemos elaborar simultáneamente más de 10^2 bits/seg. de información en forma consciente, ni almacenar más de 10^1 bits/seg. en el depósito de tiempo breve, ni más de 10^0 bits/seg. constantemente. El resto de información no tiene contenido de consciencia. La selección se da en una proporción de $1/10^7$, y se realiza sistemáticamente.

La información recibida se divide en dos vías: específica e inespecífica que se reúnen en la corteza cerebral. Es en este punto donde se efectúa la selección a través de la vía inespecífica que deja pasar libremente o interfiere la información de la vía específica. Además en cualquier altura del canal de información específica, puede ser provocada una selección desde las partes superiores del cerebro hacia la periferia (vías eferentes). La vía inespecífica para todos los canales sensoriales se localiza en el tálamo y opera a modo de calculador de la información óptima, en cantidad y calidad, para el ser vivo, que debe llegar al cerebro. Como dice el profesor W. Dieter Keidel: "Mediante la acción conjunta de la elaboración específica e inespecífica de información por un lado, y de la modificación del grado de efecto de los sistemas de fibras descendentes por otro se efectúa una selección racional"¹¹.

Queda sin explicar, sin embargo, como se llega a establecer el criterio de lo esencial para el ser vivo.

Singh supone que las características de la inteligencia del hombre se deben a la organización topológica de la red de neuronas y a la dinámica de la propagación del impulso neuronal.

Si nos planteamos en que medida la máquina cibernética sirve de modelo funcional de los procesos humanos, las analogías más legítimas son las que se derivan del tratamiento cibernético de ambos. Así, por ejemplo, podemos decir que el sistema nervioso es un sistema estable con realimentación negativa, la célula nerviosa, unidad elemental del sistema, es un órgano de conmutación y el cerebro, agregado de conmutadores interconectados y activados, es por su parte un órgano de manipulación de señales.

En el hombre como en todo ser vivo, un gran número de funciones siguen el princi-

10. J. Singh. Ibid. pág. 226.

11. W. Dieter Keidel. Cibernética, un puente entre las ciencias. Ed. Zeus 1966, pág. 82.

pio cibernético de la regulación autónoma, es decir se efectúan automáticamente (contracción pupilar, respiración, control térmico..., etc.).

Cerebro y computador necesitan de información tanto del ambiente interno como del externo y de la óptima comunicación de esta información con un mínimo de interferencias, asegurada con recursos de redundancia y mecanismos de fiabilidad ante el error. Hombre y máquina contienen una programación para la toma de decisiones y utilizan la retroalimentación para rectificar los errores y verificar la actividad.

Ahora bien las analogías se dan a un nivel muy general; en cuanto profundizamos más en el aspecto funcional nos damos cuenta de que la máquina dista todavía mucho de ser un modelo de las complejas conductas del hombre, y que en la mayoría de los casos, lo que se ha conseguido, con ser muy importante, es sólo una simulación a nivel de resultados.

Las diferencias más fundamentales, según **J. Singh**, se dan en los métodos de almacenaje, de recordar y procesar la información. La memoria de la computadora con ser más poderosa, es más imperfecta que la humana y hace depender a la máquina exclusivamente de un algoritmo.

Y, si comparamos el “Perceptron” de **F. Rosenblatt**, con las reales percepciones animales, nos damos cuenta de que aquél utiliza una mera transmisión de señales físicas, mientras que la percepción del ser vivo posee una función discriminatoria, es una verdadera creación.

El lenguaje utilizado por la computadora es un lenguaje sofisticado y complejo, sólo compensado por la gran rapidez que ésta tiene en realizar sus cálculos. El lenguaje del cerebro es lógicamente más sencillo. Un lenguaje más sencillo quiere decir “*que el número de pasos sucesivos necesarios para representar una operación es mucho menor en una red de neuronas vivas*”.¹²

En los intentos de simulación de los procesos creativos del hombre (ajedrez, traducción,...), la máquina en la actualidad se muestra notablemente inferior, pero incluso en lo que se refiere en las operaciones lógico—matemáticas no hay analogías claras entre la forma de obrar de la inteligencia artificial y el cerebro.

Es razonable esperar una revolución en los conceptos de programación, por lo menos en aquellas investigaciones que están empeñadas en los procesos de simulación, esencialmente distintas en su objetivo de aquellas que se interesan por la amplificación.

Hoy por hoy se puede asegurar que la lógica del hombre es superior a la del autómatas y según puede presumirse utiliza el método de correlaciones. El lenguaje del cerebro es el próximo avance a descubrir por la Cibernética o la Neurología, un lenguaje menos complicado y estructuralmente más sencillo aún que el de la lógica y aritmética que usamos conscientemente.

Para asegurar la fiabilidad, el cerebro utiliza el método antiguo de “la cuenta” para la expresión de cantidades, más lento pero más seguro que el sistema digital, por posición, en el que un sólo error puede ocasionar la distorsión total. Además la codificación por “cuentas” es mucho más simple aunque tiene un nivel menor de precisión.

Por otra parte la capacidad de representación del autómatas no funciona tampoco como modelo de la del hombre. En aquel “*la representación de un acontecimiento dado signi-*

*fica en términos de la teoría de los autómatas la ligazón de la secuencia de señales de entrada en un todo único, en una señal o estímulo único el cual está en relación con una respuesta o reacción determinada".*¹³ No se da en absoluto una recreación del mundo exterior en él, o en otras palabras, no se da un reflejo de la estructura de los objetos.

Para la solución de problemas el autómata utiliza el esquema del laberinto que tiene en cuenta todas las posibilidades que puede encontrar un sistema y procede por sucesivos desplazamientos en un ámbito preciso, según la teoría de estímulo—respuesta de los autómatas (TERA). A pesar de la aparente torpeza y volumen de este método de selección resulta eficaz porque se realiza con la suficiente rapidez.

Pero para abordar los problemas con que generalmente se enfrenta el hombre, problemas de extrapolación sobre un campo de búsqueda indefinido, como los llama Pushkin, sería necesaria una máquina capaz de manejar 10^{120} posibilidades. El hombre, en la solución de estos problemas de extrapolación, actúa creando un modelo interior de la realidad, lo que Pushkin denomina un modelo informacional, y no a través de la selección de todas las posibles alternativas.

La actividad del pensamiento se explicaría *"como un proceso autocontrolado de construcción de modelos internos cerebrales del mundo exterior. El funcionamiento de estos modelos es el funcionamiento de un todo único autocontrolado"*.¹⁴

Dentro de los intentos cibernéticos de construir modelos de inteligencia artificial podemos señalar la llamada programación heurística que intenta limitar las infinitas alternativas que pueden darse en una toma de decisiones en la que no es posible la aplicación de un algoritmo. Se aplica a aquellas situaciones en que la solución se da a través de una exploración selectiva de posibilidades, utilizando un criterio de análisis parcial. Aspira a ser un modelo del pensamiento creador.

Se ha aplicado a los juegos, a la solución de problemas en general y a actividades que podrían clasificarse como creadoras.

Los primeros intentos fueron los de Hao-Wang al obtener reglas de decisión para la resolución de problemas en lógica proposicional que determinan si una sentencia es o no un teorema.

En 1957 Newel, Shaw y Simon crearon el "lógic Theoretic" (LT) que resolvía problemas de lógica simbólica. Fue el primer intento serio en el campo de la inteligencia artificial. Utiliza el método de selección de metas y subproblemas intermedios. Posee dos subprogramas que comparan las fórmulas y prueban por analogía respectivamente. Posteriormente Newel y Simon realizaron el "General Problem Solver" (SGP) que resuelve una amplia gama de problemas, concretamente todos aquellos problemas en que se puede determinar el conjunto de objetos, y estos se pueden transformar en o combinar con otros, aplicando los métodos convenientes (operadores). Newel intentó enseñarle a jugar al ajedrez y no lo consiguió.

Los problemas operativos de desplazamiento de elementos en un sistema estático están fuera del alcance del autómata o mejor dicho de la técnica del laberinto utilizada por és-

13. V.N. Pushkin. Op. cit., pág. 58.

14. V.N. Pushkin. Ibid. pág. 254.

te. Para un jugador de ajedrez no existen todas las posibles combinaciones (10^{120}), actúa de una forma singular y sustancialmente distinta.

Para que el SGP funcione perfectamente es necesario conocer la base inicial (condiciones) y final (objetivo) del laberinto y el camino a seguir para conseguir el objetivo (lista de operadores o métodos de transformación). Pero en el caso que el campo de búsqueda de la solución sea indeterminado, el número de posibles vías es inmenso como ocurre por ejemplo con el ajedrez. En vista de lo cual Newel, Shaw y Simon tuvieron que crear un programa especializado sólo para el juego del ajedrez basado en las reglas de un manual para reducir la tarea de selección de variantes. Este programa consiguió jugar partidas más o menos interesantes.

Han aparecido también el SAINT (Symbolic automatic integrator) y el programa de demostración de teoremas de geometría elemental de Gelernter.

Una extensión de las características anteriores es el Múltiple (Programa Multipropósito) con un programa (PP) que demuestra los teoremas y uno (LP) que se encarga del aprendizaje.

Gracias a la programación heurística se vio la necesidad de estudiar el proceso real de solución de problemas en el hombre. Aunque todavía se está un poco lejos de este objetivo.

El problema del pensamiento trasciende a las máquinas que juegan, prueban teoremas, perciben y clasifican configuraciones, etc... Sontag y Tesoro indican que: *"en los últimos años... se produce una tendencia al estudio de cuestiones en cierto modo más profundas y fundamentales. El hombre basa su inteligencia en factores distintos de una simple capacidad de memoria, alta velocidad y sofisticación de cálculo: es esencial entender el significado de los diversos eventos"*.¹⁵

Al parecer la noción de significado asume un papel protagonista.

Pushkin, a propósito de sus investigaciones sobre los jugadores de ajedrez parece confirmarlo también *"las trayectorias (de los movimientos de los ojos) muestran que a la formación de la estrategia precede el descubrimiento de las propiedades de las piezas, el establecimiento de las relaciones entre ellas y no el desplazamiento de variantes"*.¹⁶

Algunos programas han intentado abordar el problema semántico como el "Student" de Bobrow (1964) que resuelve problemas de álgebra en inglés, el "Eliza" de Weizenbaum (1967) que permite una comunicación en lenguaje natural y resuelve problemas simples, ha sido empleado en psiquiatría para realizar entrevistas. El programa "Baseball" que contestaba preguntas en inglés referidas a estadísticas de partidos de beisbol. El programa "Deacon" de Graig y Thompson (1963). El "Synthex" de Simmons (1962) que contestaba a preguntas sobre el contenido de una enciclopedia infantil. El "Sad Sam" de Lindsay (1963) que representaba las relaciones familiares contenidas en un texto sometido a análisis. En 1960 Phillips ideó un sistema que contestaba preguntas simples en un inglés restringido.

En todos estos casos la comprensión del lenguaje era satisfactoria debido a lo limitado de las áreas a lo que se aplicaba con lo que resultaba fácil evitar ambigüedades.

Al parecer, según Pushkin *"la naturaleza del significado tanto en la solución del proble-*

15. Sontag y Tesoro. Op. cit., pág. 229.

16. V.N. Pushkin. Op. cit., pág. 119.

*ma como en la comprensión y traducción de un texto es la misma y se basa en el proceso de construcción dinámica de modelos de la realidad".*¹⁷

Los procesos de auto-regulación del cerebro, el tratamiento de la información, la resolución de problemas, la creatividad no pueden ser descritos aún, ni por la Cibernética ni por la Informática ni por la Lógica y la Matemática, pero todas ellas, junto a los esfuerzos de la Neuropsicología han contribuido a su aclaración y es de esperar que algún día podamos explicarnos ese complejo y singular computador que es la mente humana.

Maria Victoria Secall de Fermentino.

17. V.N. Pushkin, Ibid. pág. 230.

BIBLIOGRAFIA

- CUFFIGNAL L.: *La Cibernética*. Ed. A. Redondo, 1969
- COUFFIGNAL L., FRANK H., WIENER N. y otros.: *El concepto de información en la ciencia contemporánea*. Ed. Siglo XXI, 1966.
- FRANK H. y otros: *Cibernética, un puente entre las ciencias*. Ed. Zeus, 1966
- HASELOFF O.W. y otros: *Cibernética hoy*. Ed. Tiempo Nuevo, Venezuela 1970.
- LURIA A.R.: *El cerebro en acción*. Ed. Fontanella, Barcelona 1974.
- PUSHKIN V.N.: *Psicología y Cibernética*. Ed. Planeta, Barcelona 1974 .
- SINGH J.: *Teoría de la información, del lenguaje y de la cibernética*. Ed. Alianza, Madrid 1972.
- SLUCKIN W.: *La Cibernética(cerebros y máquinas)*. Ed. Nueva Visión, Buenos Aires 1971.
- SONTAG y TESORO: *Temas de inteligencia artificial*. Prolam S.R.L. Buenos Aires 1972.
- WIENER N.: *Cibernética*. Ed. Guadiana, Madrid 1960.

